Separat-Abdruck aus den „Annalen der Physik und Chemie“. 1880. Neue Folge. Bd. XI.

534 K83e
REMOTE STORAGE

IX. *Ueber die Erregung harmonischer Töne durch Schwingungen eines Grundtones; von Dr. Rudolph Koenig in Paris.*

Die Erscheinung des Mitschwingens bei Unisonotönen ist zur Genüge bekannt, und ihre Erklärung stösst auf weiter keine Schwierigkeiten; weit weniger aber weiss man im allgemeinen, dass ein Ton auch alle Töne seiner harmonischen Oberreihe erregen könne. — A. Seebeck hat dieses zuerst beobachtet und im Programm der Baugewerkschule zu Dresden vom Jahre 1843, beschrieben, wo er die Meinung ausspricht, dass, wenn eine Saite andere Saiten, welche auf die Töne ihrer harmonischen Oberreihe gestimmt sind, zum Mittönen bringe, man nicht nöthig habe, dieses dadurch zu erklären, dass in der Saite selbst diese Töne als Beitöne mitklängen, und jeder dieser Beitöne die mit ihm im Einklange stehende Saite in Schwingung versetzte; „denn“, sagt er, „diese Erklärung, obgleich zulässig, wo der erregende tiefere Ton auf einer Saite erzeugt wird, würde nicht mehr anwendbar sein, wo er von der Stimme, von einer Glocke, einem Stabe oder sonst einem Instrumente angegeben wird, dessen Beitöne nicht die harmonische Oberreihe bilden, doch habe ich mich durch mehrfache Versuche überzeugt, dass auch ein Ton der letztern Art die Töne seiner harmonischen Oberreihe an Saiten, Glocken u. s. w. zum Mitklingen bringt.“

Strenge genommen wäre diese Ansicht Seebeck's, dass harmonische Töne durch Glocken und Stäbe erregt, durchaus diese Erregung dem Grundton verdanken müssten, weil die Theiltöne dieser Körper nicht der harmonischen Oberreihe angehörten, allerdings nicht richtig, denn die Schwingungsbewegung eines Körpers kann sehr wohl soweit von der einfachen Pendelbewegung abweichen, dass sie sich in eine Reihe harmonischer Töne zerlegen lässt, ohne dass dieser Körper darum nöthig hätte, zu gleicher Zeit mit verschiedenen Tönen zukommenden Unterabtheilungen zu schwingen.

Aber dieser Einwand gegen die Ansicht Seebeck's,

55276

Die Erregung harmonischer Töne kann man mit einer Stimmgabel c (Ut_2), deren Zinken eine Dicke von 15 mm haben, deutlich bis zum achten, dem $\overline{\overline{c}}$ (Ut_5), beobachten, und es gelingt sogar, noch diesen Ton zum leisen Mitklingen zu bringen, wenn man die Grundgabel, nachdem man sie mit dem Bogen angestrichen hat, erst so lange austönen lässt, bis ihre Schwingungen nur noch eine Amplitude von einem Millimeter haben, wo sich dann selbst in ihrer nächsten Nähe nicht die geringste Spur von harmonischen Obertönen wahrnehmen lässt. Da in diesem Falle, wie schon gesagt, weder die optische noch die graphische Methode gestattet, eine Abweichung von der Pendelbewegung an den Schwingungen der Gabel direct zu beobachten, so habe ich zuerst versucht, die Curve der Bewegung zu construiren, welche die Gabel ausführen müsste, wenn die harmonischen Töne bis zum achten in ihrem Klange mit den nöthigen Intensitäten enthalten sein sollten, um dann einerseits mit dieser und andererseits mit einer einfachen Sinuscurve die Schwingungscurve der Stimmgabel vergleichen zu können, wie man sie durch directe Aufzeichnung vermittelst eines auf der Gabel befestigten Stieles erhält. — Zu diesem Zwecke beobachtete ich die Amplituden, welche die Schwingungen einer Reihe von acht harmonischen Stimmgabeln unter dem Einflusse einer Gabel für ihren Grundton c ($Ut_2 = 256$ v. s.), von 15 mm Zinkendicke, erlangten, und fand, dass die Schwingungen von $\overline{c}$ ungefähr ein Viertel der Schwingungsweite der Gabel c erreichten, bei jeder nächst höhern Gabel dann aber diese Schwingungsweite sich etwa um die Hälfte verringerte. Dieselben Gabeln, von gleichstarken Unisonogabeln erregt, erreichten immer etwa dieselbe Schwingungsweite wie diese letzteren, jedoch muss man darum nicht annehmen, dass eine erregte Gabel im allgemeinen immer die Schwingungsweite der erregenden erlangen kann, denn bei zwei Gabeln c, von 15 mm Zinkendicke, erreichten die Schwingungen der erregten nur etwa die halbe Amplitude der erregenden, wogegen eine dieser selben Gabeln auf eine Gabel c, von nur 7 mm Zinkendicke wirkend, in dieser Schwingungen hervorrief, welche sogar etwas weiter als ihre eigenen waren.

Indem ich hiernach voraussetzte, dass die beobachteten Schwingungsweiten der durch die Gabel *c* erregten harmo-

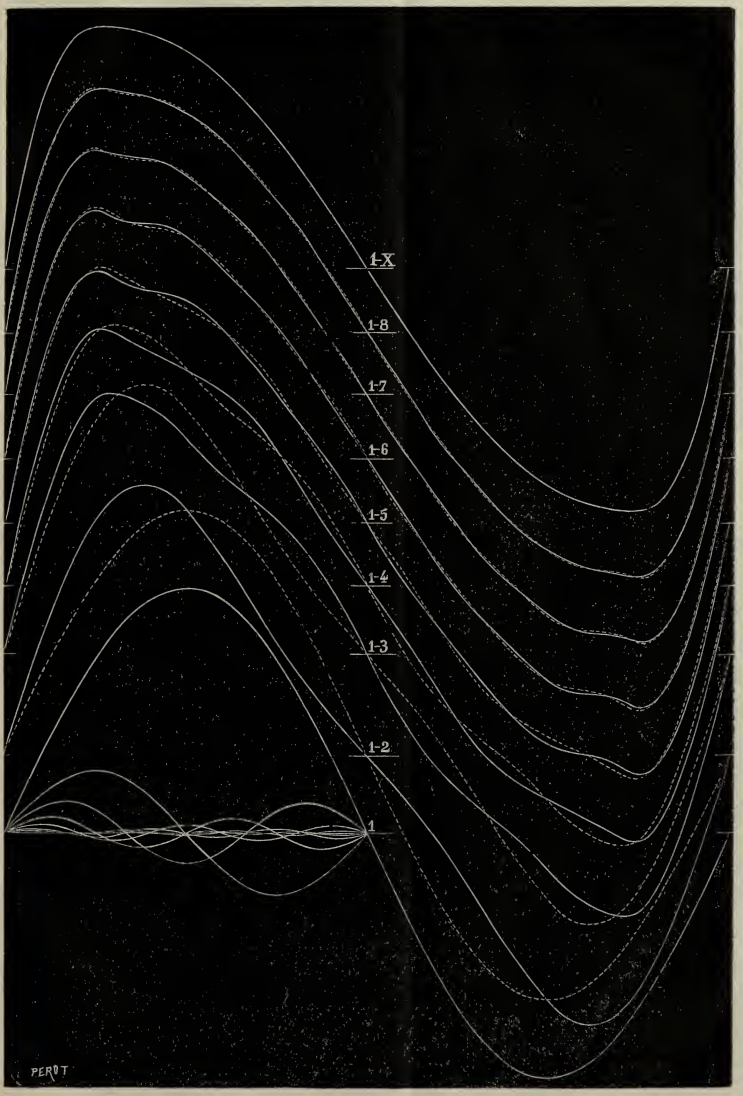

Fig. I.

nischen Gabeln zu ihrer Erzeugung Unisonoschwingungen von etwa gleicher Amplitude erfordert haben würden, und mit den in solcher Weise bestimmten relativen Schwingungsweiten der harmonischen Töne und des Grundtones, die aus der Composition der Schwingungscurven acht harmonischer Töne entstehende Schwingungsform construirte, erhielt ich die Fig. I dargestellten Wellenformen, welche zeigen, dass die durch das Hinzutreten der ersten harmonischen Töne zum Grundtone erzeugte Zickzackfigur der Curve bei immer zahlreicher werdenden Obertönen immer mehr verschwindet, sodass sie zuletzt sich dem Auge als eine nur continuirlich auf- und absteigende, aber in ihren beiden Hälften unsymmetrische Wellenlinie darstellt. Diese Wellenform in der Grösse von 84 cm Länge construirt, wurde photographisch auf die Grösse der Fig. I reducirt. Vermittelst dieser construirte ich hierauf noch eine gleiche Wellenform von halber Schwingungsweite, welche also die Composition derselben, jedoch halb so starken Töne darstellte, und ferner noch eine andere von gleicher Länge und Höhe, bei welcher jedoch der Wellengipfel nur halb so weit von dem Gipfel der einfachen Sinuscurve abstand, als bei den vorigen, sodass sie als nahezu aus einem gleichstarken Grundtone und etwa um die Hälfte schwächeren harmonischen Tönen entstanden, betrachtet werden konnte. Vier aus je einer dieser Wellenformen und einer einfachen Sinuscurve gebildeten Wellenlinien wurden hierauf bis zur Grösse der von der Gabel *c* selbst geschriebenen und Fig. II, 5 dargestellten Schwingungen verkleinert, wie Fig. II, 1—4 zeigt. Die Schwingungen Fig. II, 6, waren von derselben Gabel bei langsamerer Rotationsgeschwindigkeit des Cylinders geschrieben. — Da der auf der Gabel *c* befestigte flache Schreibstiel in der Richtung der Schwingungen keine Biegung zuliess, so können die Wellenlinien Fig. II, 5 u. 6 als genau die Schwingungsform der Gabel darstellend angenommen werden, und wie man sieht, ist die Uebereinstimmung derselben mit der Wellenform des absolut einfachen Tones, Fig. II, 4, weit grösser als mit den Wellenformen der von harmonischen Tönen begleiteten Grundtöne Fig. II, 1—3, obgleich in Fig. II, 3 die Inten-

sität der Obertöne im Verhältniss zu ihrem Grundtone schon beträchtlich schwächer angenommen worden ist, als dieses nach den erwähnten Experimenten hätte geschehen müssen. Dieses Resultat spricht also nicht dafür, dass die Schwingungen einer ohne Theiltöne vibrirenden starken Stimmgabel so sehr von der Pendelbewegung abweichen sollten, um als

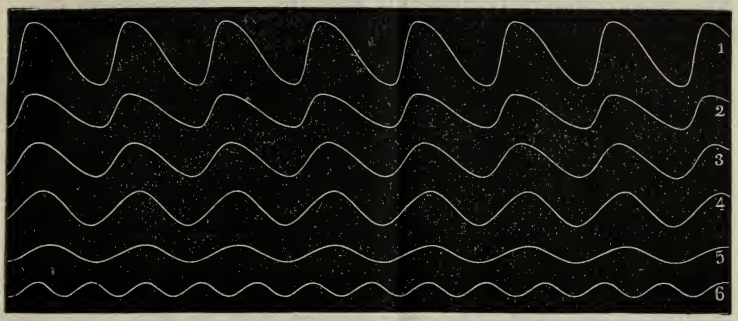

Fig. II.

zusammengesetzt aus einer Reihe harmonischer Pendelbewegungen angesehen werden zu können, deren Amplitude genügend gross wäre, das Mitschwingen der harmonischen Stimmgabeln zu bewirken; noch weniger haltbar ist aber die Ansicht, welche Preyer ausgesprochen hat, und nach welcher die Stimmgabel eine Bewegung ausführen soll, bei der eine Anzahl gleichzeitig bestehender Unterabtheilungen die Reihe der harmonischen Töne erzeugen. Preyer[1]) sagt nämlich: „Ich stelle mir vor; dass der gebogene Stab aus vielen Stahlstäben besteht, von denen einige mit zwei, andere mit mehr Schwingungsknoten zu gleicher Zeit schwingen"; diese Ansicht ist aber nicht nur an und für sich allen durch experimentelle Untersuchungen gefundenen Resultaten entgegen, da alle Punkte auf der Oberfläche einer schwingenden Gabelzinke unter dem Vibrationsmikroskop immer genau die gleiche Bewegung zeigen, sondern sie würde auch nicht einmal, selbst wenn sie richtig wäre, die Bildung eines Klanges mit harmonischen Obertönen erklären können, denn die Theiltöne

1) Preyer, Sammlung physiologischer Abh. Heft 4, p. 20.

eines gebogenen Stabes bilden keine harmonische Reihe, und folglich könnte auch eine Anzahl gleich langer und gleich dicker, gleich gebogener Stäbe keinen Zusammenklang harmonischer Töne hervorbringen, selbst wenn sie alle mit verschiedener Knotenzahl vibrirten.

Einen fernern Versuch, das Mittönen der Obertöne aus einem andern Grunde als der directen Einwirkung ihres Grundtones abzuleiten, hat Bosanquet gemacht, indem er zwar bei der Stimmgabel selbst einfache Pendelschwingungen voraussetzt, aber annimmt, dass die Luft dieselben nicht fortpflanzen könne, ohne sie umzuwandeln.

Um zu sehen, ob sich eine solche Umwandlung der Schwingungsbewegung der Gabel durch die Luft vielleicht direct nachweisen liesse, untersuchte ich eine Reihe Zeichnungen, auf denen eine Stimmgabel $\overline{c}$, während sie auf einem Resonanzkasten befestigt war und vor die Oeffnung des Phonautographen-Paraboloids gehalten wurde, vermittelst des auf der Membran befestigten Stieles ihre Schwingungen neben den direct von einer gleichen Gabel $\overline{c}$ geschriebenen Schwingungen verzeichnet hatte, ich konnte jedoch keinen Unterschied zwischen beiden Schwingungsformen wahrnehmen. Auch erhielt ich gleiche Flammenbilder mit einer manometrischen Kapsel, wenn vor ihrer Membran die Stimmgabel frei vibrirte, oder wenn eine Zinke derselben durch ein zwischengeschobenes Stückchen Gummi mit dieser Membran in fester Verbindung stand, und somit ihre Bewegung direct auf diese übertragen wurde. — Natürlich musste aber in diesem letzten Falle die Schwingung der Gabel genügend abgeschwächt werden, um Flammenbilder von nicht grösserer Höhe hervorzurufen, als durch die frei schwingende Gabel erzeugt wurden.

Es könnte nun allerdings der Unterschied zwischen der ursprünglichen und der umgewandelten Schwingungsbewegung zu gering sein, um bei diesen beiden Beobachtungsarten bemerkbar zu werden, doch ist ferner zu bemerken, dass die Erscheinung des Mitschwingens harmonischer Töne durchaus nicht an die Uebertragung der Schwingungen des Grundtones durch die Luft gebunden ist, wie folgende Experimente zeigen.

Ich verband durch einen äusserst dünnen Faden von etwa 1 Meter Länge eine Zinke der Grundgabel mit einer Zinke der harmonischen und spannte ihn durch Verschieben der Gabeln so, dass er beim Tönen der Gabel *c* mit einer Reihe scharf gezeichneter Knoten vibrirte, in welchem Falle die Form seiner Schwingungen zwischen je zwei Knoten nicht die geringste Difformation wahrnehmen liess, welche auf die Existenz von Obertönen hätte schliessen lassen können, die harmonischen Gabeln wurden dann bis zur fünften in Mitschwingung versetzt, der Faden mochte in der Richtung der Schwingungen beider Gabeln oder senkrecht zu denselben gespannt sein, nur war bei letzterer Disposition die Erregung etwas schwächer. — Da der Ton der Gabel *c* durch das Gewicht und die Spannung des Fadens nur um weniger als ein Dreissigstel einer einfachen Schwingung geändert wurde, so lässt sich wohl kaum annehmen, dass er eine merkliche Aenderung in der Schwingungsform derselben hervorrief. [1])

Vibrirte der Faden nicht mit absolut scharf gezeichneten Knoten, so kamen die harmonischen Töne zu ausserordentlich viel stärkerem Tönen, der achte wurde noch mit Leichtigkeit erregt, und die Schwingungen des vierten waren so laut, als hätte man die Gabel direct mit dem Bogen angestrichen. Es entstanden in diesem Falle offenbar in dem Faden complicirte Schwingungsbewegungen, in denen die

1) Bekanntlich hat Hr. Prof. Alfr. M. Mayer (Amer. Journ. of Science and Arts. 8. Aug. 1874) eine solche Verbindung durch Fäden zwischen einer Reihe harmonischer Stimmgabeln und einer unter dem Einflusse einer Zungenpfeife schwingenden Membran hergestellt, um die zusammengesetzte Schwingungsbewegung letzterer durch das Mitschwingen der Gabel in ihre einfachen Elemente zn zerlegen. Wenn aber auch bei diesem Experimente natürlich die in der Bewegung der Membran schon enthaltenen Obertöne stärker auf die Gabeln wirken mussten, als wenn nur der Grundton existirt hätte, so zeigen doch die eben angeführten Versuche mit der Stimmgabel *c* (Ut_2), dass auch diese letztere allein schon hinreichen würde, die Gabeln zu erregen, und man daher leicht zu irrthümlichen Annahmen verleitet werden könnte, wenn man vermittelst dieser Methode die complicirte Schwingungsbewegung eines vibrirenden Körpers analysiren wollte.

Schwingungsperioden der zu erregenden Gabeln enthalten waren, und welche wohl einer genauern Untersuchung werth sein dürften, die mich jedoch im Augenblick zu weit von meinem Gegenstande abführen würde.

Liess ich die Stimmgabeln nur durch ihre Stiele und einen festen Körper auf einander einwirken, indem ich sie entweder auf verschiedenen Seiten des Kastens oder eines Brettes befestigte, so konnte ich das Mittönen nur bis zum dritten harmonischen Tone beobachten, wohl weil die Amplitude der Schwingungen der Stiele weit geringer sind als die der Zinken an ihren Enden.

Ich habe ferner auch die Wirkung einer Stimmgabel auf Gabeln ihrer harmonischen Oberreihe bei der telephonischen Uebertragung untersucht. Jede der Gabeln war dabei mit der Fläche einer ihrer Zinken dicht vor dem Magnete eines Bell'schen Telephons befestigt. War die erregende Gabel c, so äusserte sich ihr Einfluss deutlich bis zum vierten Tone der harmonischen Reihe, $\overline{\overline{c}}$ (Ut_4), und konnte selbst noch beim fünften, $\overline{\overline{c}}$ wahrgenommen werden, wo jedoch die Intensität des erregten Tones sich schon der äussersten Grenze der Hörbarkeit näherte. Benutzte ich als erregende Gabel $\overline{c}$ (Ut_3), so war ihr Einfluss nur bis zum dritten harmonischen Tone $\overline{\overline{g}}$ deutlich, und ausserordentlich schwach bis zum vierten, $\overline{\overline{\overline{c}}}$ (Ut_5) bemerkbar.

Wahrscheinlich könnte man in beiden Fällen noch höhere Gabeln erregen, wenn man jede zwischen zwei Telephone montirte und somit auf beide ihrer Zinken zugleich, statt nur auf eine, einwirkte.

Aus allen diesen Experimenten geht also hervor, dass die Schwingungen einer Stimmgabel, welche, so weit es die verschiedenen Beobachtungsmethoden zu erkennen gestatten, einfache Pendelbewegungen zu sein scheinen, immer Töne ihrer harmonischen Oberreihe erregen, die Uebertragung mag durch die Luft, durch feste Körper oder auch durch Telephone vermittelt werden, und man muss daher annehmen, dass entweder Pendelschwingungen wirklich im Stande sind, harmonische Schwingungen zu erregen oder, dass dieses Mittönen der Obertöne durch Unisonotöne von solch geringer

Intensität hervorgerufen wird, dass sie den Grundton begleiten können, ohne dass es möglich ist, vermittelst der Beobachtungsmethoden, über welche man disponirt, sie wahrzunehmen. Diese letzte Ansicht verliert jedoch dadurch sehr an Wahrscheinlichkeit, dass man nicht begreifen kann, wie Töne von solcher Schwäche, gerade wenn sie den Grundton begleiten, Wirkungen hervorbringen sollen, zu deren Erzeugung sonst Töne von durchaus nicht ganz geringer Intensität erforderlich sind.

Nach den Untersuchungen über das Verhalten tönender Schwingungen schien es mir interessant, auch noch zu prüfen, ob die Bewegung eines Pendels im Stande wäre, Schwingungen von harmonischer Periode hervorzubringen, und ich wählte dazu folgende Anordnung.

Die Pendelstange *T* Fig. III, welche als Linse eine fünf Kilog. schwere verstellbare Kugel trug, war an einem Winkelhaken angeschraubt, der sich um zwei Spitzen drehte und eine Klemme trug, in der eine Stahllamelle *L* befestigt werden konnte.

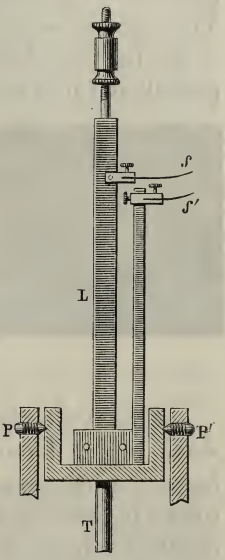

Fig. III.

Die Anordnung war so getroffen, dass eine Linie durch beide Aufhängespitzen gelegt, und, um welche also als Centrum, das Pendel schwang, genau durch den Befestigungspunkt der Lamelle in der Klemme ging, sodass bei der Bewegung des Pendels die Lamelle hin- und hergeneigt wurde, während dieser ihr Befestigungspunkt in Ruhe blieb. Die Lamelle trug an ihrem freien Ende ein mit einem Schraubengewinde versehenes Stäbchen, auf dem Gewichte befestigt und verstellt werden konnten, um die gewünschte Schwingungsperiode herzustellen. Sie war so biegsam, dass sie allein schwingen konnte, ohne die geringste Bewegung in dem schweren Pendel hervorzurufen, welches bei allen Experimenten eine einfache Schwingung in der Secunde machte. Auf dem Winkelhaken war ausser der Klemme mit der Lamelle

noch ein steifes Stäbchen befestigt, welches einfach den Bewegungen des Pendels folgte. Die Lamelle wie das Stäbchen trugen Schreibstiele s und s', welche auf einem Cylinder, der durch ein Uhrwerk in langsame, zur Genüge regelmässige Bewegung versetzt wurde, ihre Bewegungen verzeichneten.

Wurde das Pendel und die Lamelle zugleich in Schwingung versetzt, so entstand in letzterer natürlich die aus der Vereinigung beider Schwingungen gebildete Bewegung, welche z. B. für die Intervalle 1:2 und 1:3 die in Fig. IV dargestellten Curven lieferte.

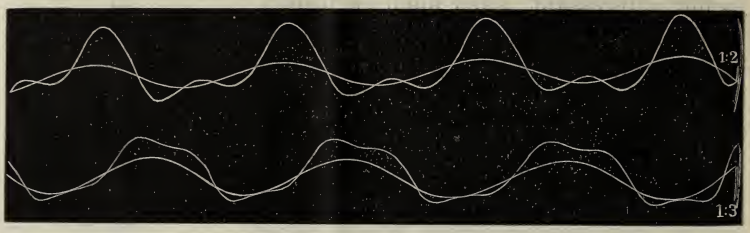

Fig. IV.

Eine Vereinigung beider Schwingungsbewegungen entstand in der Lamelle auch immer, das Intervall mochte ein harmonisches sein oder nicht, wenn das Pendel allein, aber sofort in weite Schwingungen versetzt wurde, wie dieses dadurch geschah, dass man es durch einen Faden aus seiner Gleichgewichtslage zog und diesen dann, wenn die Lamelle zur vollständigen Ruhe gekommen war, durchbrannte. Fig. V zeigt die auf solche Weise erhaltenen Curven für die Intervalle 2:3, 1:2, 2:5, 1:3, 2:7, 1:4.

Ganz anders waren jedoch die Resultate, wenn das Pendel wieder allein, aber in der Weise in Bewegung gesetzt wurde, dass seine Schwingungen aus der Ruhe ganz allmählich von den kleinsten bis zu genügend grossen Amplituden übergingen, wie dieses dadurch erreicht wurde, dass ich in einiger Entfernung von der eisernen Pendelstange einen kleinen Electromagnet befestigte und durch denselben, vermittelst eines Secundenpendels in Verbindung mit einer einfachen Unterbrechungsvorrichtung, in jeder Secunde während einiger

Augenblicke einen Strom sendete. Hatte das Pendel unter dem Einflusse dieser kleinen periodischen Impulse nach

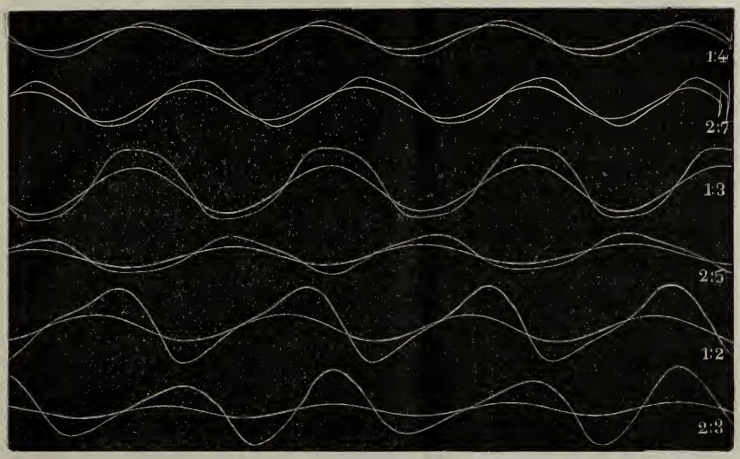

Fig. V.

einigen Minuten eine genügende Schwingungsweite erlangt, so wurde es erst noch einige Secunden ohne Einwirkung dieser Impulse sich selbst überlassen und dann die Auf-

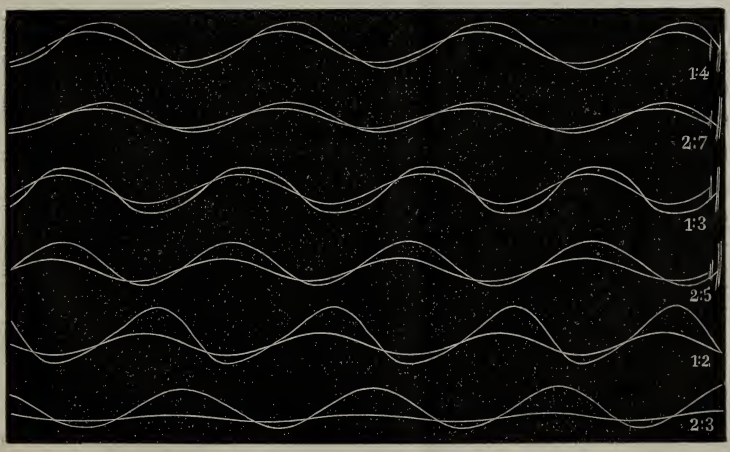

Fig. VI.

zeichnung seiner und der Lamelle Bewegungen vorgenommen. Es fand sich dann immer, dass bei den nicht harmonischen Verhältnissen 2:3, 2:5, 2:7, die Lamelle nur einfach den Schwingungen des Pendels gefolgt war, während bei den harmonischen Intervallen die Eigenschwingungen der Lamelle erregt worden waren, wie Fig. VI (p. 869) zeigt.

Um jeden Irrthum zu vermeiden, führte ich eine grosse Anzahl solcher Aufzeichnungen aus, welche jedoch alle vollständig übereinstimmende Resultate gaben; auch reichte der blosse Anblick der Lamelle schon hin, den Unterschied zwischen ihrer Bewegung bei harmonischen und bei unharmonischen Intervallen sofort wahrnehmen zu lassen. Vermittelst eines auf ihr angebrachten kleinen Spiegels könnte man durch Projection diesen Unterschied im grossen zur Anschauung bringen.

Bei den Originalzeichnungen der Figuren IV, V, VI betrug die Länge der Curve jeder Doppelschwingung des Pendels ungefähr 14 Centimeter. Diese Originalzeichnungen wurden photographisch reducirt und dann gestochen. Da die Schreibstiele der Lamelle und des steifen Stäbchens in einiger Entfernung untereinander befestigt waren, wie man Fig. VI, 2:5, 1:3, 2:7, 1:4, aus ihren Aufzeichnungen auf dem noch nicht in Bewegung gesetzten Cylinder ersehen kann, so sind die beiden von ihnen gezeichneten Wellenlinien etwas gegen einander verschoben. Die Figuren V und VI zeigen bei den engeren Intervallen immer eine im Verhältniss zu den Pendelschwingungen grössere Schwingungsweite der Lamelle, weil, mit Ausnahme des Intervalles 1:4, bei allen anderen dieselbe Lamelle angewendet wurde, und diese also an ihrem Ende ein um so grösseres Gewicht trug, als sie tiefer gestimmt war, je grösser aber das Gewicht, bei gleicher Dicke der Lamelle, um so mehr bog sie sich auch, wenn sie geneigt wurde.

Paris, September 1880.

Opelt, F. W. **Allg. Theorie d. Musik** auf den Rhythmus der Klangwellenpulse gegründet. 4. Mit 3 Tafeln. 1852. 4 M.

Opelt, O. M. **Der Mond**, populäre Darstellung der Verhältnisse und Erscheinungen, welche von diesem Weltkörper bekannt sind. Nebst einer Mondkarte von 40 Centim. Durchm., bietend eine Vollansicht d. M. nebst 1 Skelettkarte mit d. Namen u. Höhen. 1878. 6 M.

Plattner, C. F. **Die Probirkunst mit dem Löthrohre** oder vollständige Anleitung zu qualitativen und quantitativen Löthrohr-Untersuchungen. 5. Aufl., neu bearbeitet von Th. Richter. Mit eingedruckten Holzschnitten. 664 Seit. 1878. 12 M.

Poggendorff, J. C. **Biographisch-literarisches Handwörterbuch** zur Geschichte der exacten Wissenschaften, enthalt. Nachweisungen über Lebensverhältnisse und Leistungen von Mathematikern und Astronomen, Physikern, Chemikern, Mineralogen, Geologen u. s. w. aller Völker und Zeiten. 2 Bände Lexiconformat. 1863. 40 M.

Supplementband in Vorbereitung.

—— **Lebenslinien** zur Geschichte der exacten Wissenschaften. gr. 4^0. (1853.) 14 S. mit 3 lith. Tafeln in Fol. (Ladenpr. 4 M.) 2 M.

—— **Geschichte der Physik.** Vorlesungen gehalten an d. Universität zu Berlin. 937 Seiten. 8^0 mit 40 Fig. 1879. 16 M. 80 Pf.

Rau, Albr. **Die Lehre von der chemischen Valenz und ihr Verhältniss zur electrochemischen Theorie**, eine historisch-kritische Studie. 1879. 60 Pf.

(Sep.-Abdr. a. d. Journal f. prakt. Chemie.)

Rühlmann, R. **Die barometrischen Höhenmessungen** und ihre Bedeutung für die Physik der Atmosphäre. Mit Holzschn. und 6 Tafeln. gr. 8. 1870. 4 M.

Schlagintweit, Herm. u. Ad. **Untersuchungen über die physicalische Geographie der Alpen** in ihren Beziehungen zu den Phänomenen der Gletscher, der Geologie, Meteorologie und Pflanzengeographie. Mit 71 Holzschnitten, 16 farb. u. schwarz. Tafeln und 2 Karten in Farbendruck. Lex. 8. 1850. (statt 36 M.) 20 M.

Schmidt, J. F. L. (Director der Sternwarte zu Athen.) **Der Mond.** Ueberblick über den gegenwärtigen Umfang und Standpunkt unserer Kenntnisse v. d. Oberflächengestaltung u. Physik dieses Weltkörpers. gr. 4. Mit Holzschn. u. 2 farb. Tafeln. 1856. 4 M. 50 Pf.

—— **Ueber Rillen auf dem Monde.** Mit 3 Tafeln. gr. 4. 1866. 3 M. 60 Pf.

Weber, H. **Ueber die Bestimmung des galvanischen Widerstandes der Metalldrähte** aus ihrer Erwärmung durch den galvanischen Strom nach absolutem Maasse. gr. 4. 1863. (Dissert.) 1 M. 20 Pf.

3 0112 072669515

Verlag von **Joh. Ambr. Barth** in Leipzig.

Annalen der Physik und Chemie.

Neue Folge.

Unter Mitwirkung
der physikalischen Gesellschaft zu Berlin, insbesondere des Herrn Prof. Helmholt
herausgegeben von

Prof. **G. Wiedemann.**

Preis per Jahrgang von 3 Bänden oder 12 Heften in 8. mit Tafeln

Von Gilbert im Jahre 1799 begonnen und von Poggend
während 52 Jahren (von 1825—1876) ununterbrochen fortgeführt. —
Ganz complete Reihenfolgen einschliesslich des den „Annalen“
ausgegangenen „Gren's Journal und Neues Journal für Physik 1790–
halte ich stets vorräthig und erlasse solche sowie nach Maassgab
Vorräthe auch einzelne Reihen, Jahrgänge, Bände und Hefte zu den
lichst günstigen Bedingungen.

☞ Zur Ergänzung meiner Vorräthe suche ich einzelne Jahrg
Bände und Hefte zurückzukaufen oder einzut..uschen und e
desfallsige Anträge.

Beiblätter

zu den

Annalen der Physik und Chemie.

(Seit 1877 erscheinend.)

Jährlich 12 Hefte. 16 M.

Die Beiblätter sind bestimmt eine Uebersicht der gesam
neuerscheinenden physikalischen Literatur des Aus- und
landes zu bieten und enthalten:

Auszüge und Notizen, auch vollständige Uebersetzu
aus ausländischen Journalen, Dissertationen u. Berichten gelehrter G
schaften u. s. w.

Monatliche Zusammenstellung der neuen physikali
Literatur u. s. w.

Journal für praktische Chem

Neue Folge, red. von Prof. Dr. **H. Kolbe** u. **E. v. Meyer**

Jährlich 2 Bände oder 20 Hefte 20 M. — Ein Band 12 M. — Ein Heft 1 M.

Diese Zeitschrift ist bestimmt, ein

Archiv der Chemie in ihrem ganzen Umfang

zu bilden und werden die der Redaction zugehenden und als ge
befundenen Originalarbeiten stets sofort dem Druck übergeben.

Complete Reihenfolgen dieser seit 1834 erscheinenden Zeitschrif
oder ohne des ihr vorausgegangenen

„Journal für technische und öconomische Chemie“,

(1828—33) werden stets vorräthig gehalten und zu möglichst güns
Bedingungen abgegeben, ebenso einzelne Jahrgänge und Bände
Massgabe der Vorräthe.

Einzelne Jahrgänge, besonders der Neuen Folge (seit 1870)
ich zur Ergänzung meiner Vorräthe zurückzukaufen oder einzutau
und erbitte mir vorkommenden Falles gefällige Anträge.

Druck von Metzger & Wittig in Leipzig.